

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 26 AUG 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 42 155.6

Anmeldetag:

12. September 2003

Anmelder/Inhaber:

ROBERT BOSCH GMBH, 70469 Stuttgart/DE

Bezeichnung:Verfahren zur Herstellung von Ätzlöchern und/oder
Ätzgräben sowie Membransensoreinheit**IPC:**

H 01 L, B 81 C

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 28. Juli 2004

Deutsches Patent- und Markenamt**Der Präsident**

Im Auftrag

Stemme

"Verfahren zur Herstellung von Ätzlöchern und/oder Ätzgräben sowie Membransensoreinheit"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Ätzlöchern und/oder Ätzgräben sowie eine Membransensoreinheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 7.

Stand der Technik:

In der Halbleitertechnik gibt es eine Reihe von Anwendungen, bei welchen Ätzlöcher bzw. Ätzgräben vergleichsweise tief in ein Substrat hinein, z.B. in einen Wafer hinein oder gegebenenfalls vollständig durch das Substrat hindurch, erzeugt werden müssen. Insbesondere ein vollständiges Durchdringen z.B. eines Wafers ist bei den meisten Prozessen nicht ohne weiteres möglich.

Bekannt ist ein Verfahren, bei welchem ein Siliziumwafer von der Rückseite an den Stellen, an denen ein durchgehender Graben oder ein Durchgangsloch entstehen soll, bis zu einer vorgegebenen unkritischen Tiefe z.B. mit Hilfe eines KOH-Ätzprozesses geätzt wird. Anschließend werden die entstandenen Ätzstrukturen mit einem Lack, z.B. Fotolack aufgefüllt. Im Weiteren kann von der Vorderseite problemlos

der durchgehende Graben oder das Durchgangsloch in den Wafer geätzt werden, wobei der Lack als Ätzstopp dient und zugleich verhindert, dass Ätzmedium durch den Wafer hindurch auf die Rückseite des Wafers in einen entsprechenden Bereich der Prozessanlage bzw. die Waferklemmvorrichtung gelangen kann und dadurch der Prozess gestoppt wird bzw. die entsprechenden Einheiten verunreinigt werden.

Eine solche Vorgehensweise ist jedoch vergleichsweise aufwendig. Denn bei der Strukturierung der Wafer-Rückseite muss gleichzeitig die Vorderseite vor Beschädigungen geschützt werden. Zudem ist ein gesonderter Lackaufbringungsschritt für das Auffüllen der auf der Rückseite entstandenen Vertiefungen notwendig.

Aufgabe und Vorteile der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Herstellung von Ätzlöchern und/oder Ätzgräben in einem Substrat vergleichsweise einfacher und definierter zu gestalten.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 und 7 gelöst.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Die Erfindung geht zunächst von einem Verfahren zur Herstellung von Ätzlöchern und/oder Ätzgräben von auf Silizium bzw. einem Schichtaufbau Silizium/Isolator basierenden Bauteilen aus. Der Kern der Erfindung liegt nun darin, dass eine germaniumhaltige Schicht und/oder eine Germaniumschicht an der Stelle vorgesehen wird, an welcher oder in deren Umgebung ein Ätzvorgang im Silizium bzw. einem Isolator beendet werden soll, dass während des Ätzvorgangs

auf Germanium- und/oder Germaniumverbindungen eine Detektion durchgeführt wird und dass in Abhängigkeit von der Detektion von Germanium und/oder Germaniumverbindungen der Ätzvorgang gesteuert, insbesondere abgebrochen wird. Dieser Vorgehensweise liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich Germanium bzw. Germaniumverbindungen in einem Ätzvorgang vergleichsweise gut in Bezug auf Ätzprodukte bei der Ätzung von Silizium oder im Halbleiterbereich üblicherweise eingesetzten Isolatoren detektieren lässt. Zur Detektion von Germanium oder Germaniumverbindungen kann ein Massenspektrometer oder ein optisches Emissionsspektrometer, z.B. zur Auswertung eines Ätzplasmas eingesetzt werden.

Beispielsweise wird in einem Ätzplasma basierend auf Fluor-Chemie mit einem optischen Emissionsspektrometer nach dem Auftreten einer GeF_x -Linie überwacht, um das Erreichen einer Germanium- bzw. germaniumhaltigen Schicht feststellen zu können. Das Auftauchen einer diesbezüglichen Linie im Spektrum kann als "Stoppkriterium" für den Ätzprozess eingesetzt werden, nämlich dann, wenn entsprechende Ätzgräben oder Ätzlöcher bis zu der entsprechenden Germanium- bzw. germaniumhaltigen Schicht in z.B. einen Wafer eingebracht werden sollen.

In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf der Rückseite eines Siliziumwafers die Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht aufgebracht. Durch diese Maßnahme kann mit üblichen Plasmaätzprozessen ein Ätzgraben (Trench) oder ein Loch durch den kompletten Wafer hindurch geätzt werden, wobei mit der Detektion von Germaniumätzprodukten das vollständige Durchätzen durch den Wafer leicht festgestellt werden kann. In diesem Moment wird vorzugsweise der Ätzvorgang gestoppt, so dass auf die Rückseite des Wafers nach wie vor kein vollständiger Durchgang vorhanden ist. Vielmehr stellt die Germaniumschicht eine Schutzbarriere dar, so dass kein

Ätzmedium z.B. zu einer Waferklemmvorrichtung auf der Rückseite des Wafers gelangen kann bzw. eine Halterung des Wafers z.B. mit einem Vakuumchuck nach wie vor möglich ist.

Vorzugsweise wird nach Beendigung des Ätzvorgangs bis zur Germanium- und/oder germaniumhaltigen Schicht diese vollständig entfernt. Eine Germaniumschicht oder eine germaniumhaltige Schicht lässt sich beispielsweise selektiv zu Silizium bzw. gängigen in der Halbleitertechnik eingesetzten Isolatoren mit Hilfe von Wasserstoffperoxid oder wasserstoffperoxidhaltigen Ätzlösungen entfernen.

Eine Germanium- bzw. germaniumhaltige Schicht z.B. eine germaniumhaltige Siliziumschicht (SiGe) kann mittels CVD (Chemical Vapor Deposition) oder PECVD (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) abgeschieden werden, sofern dies sich mit dem Gesamtprozess, insbesondere vorangehenden Prozessschritten verträgt. Eine Germanium- oder germaniumhaltige Schicht kann auch aufgesputtert werden, was bei vergleichsweise geringeren Temperaturen möglich ist. Bei einer Schichterzeugung mittels Sputtern besteht außerdem die Möglichkeit, eine Germanium- bzw. germaniumhaltige Schicht mit weiteren Schichten in einem vorteilhaften Schichtsandwich zu kombinieren. Beispielsweise kann die Germanium- bzw. germaniumhaltige Schicht mit einer Metalldeckschicht, wie z.B. Wolfram-Titan versehen werden. Dies hat Vorteile im Hinblick auf eine Kontaminationsprävention.

Eine auf der Rückseite eines Wafers angebrachte Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht kann z.B. auch für die Vereinzelung von elektronischen Bauteilen aus dem Wafer vorteilhaft eingesetzt werden, indem im Wafer bis zur Germaniumschicht vollständig durchdringende Gräben erzeugt werden und in einem nachfolgenden Schritt die Germaniumschicht entfernt wird, wodurch Einzelbauteile entsprechend der Ätzgräben entstehen, da ein Zusammenhalt

durch die rückseitige Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht nach deren Entfernung nicht mehr gegeben ist.

In einer überdies bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird die Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht in einem Schichtaufbau vergraben. In diesem Aufbau kann die Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht gezielt als "Ätzstopp"-Schicht eingesetzt werden, indem bei Ätzvorgängen in einer darüber angeordneten Schicht bzw. mehreren darüber angeordneten Schichten (die kein Germanium enthalten) nach Germanium- bzw. Germaniumverbindungen detektiert wird. Auf diese Weise können z.B. "Trench-Ätz-Prozesse" oder Ätzprozesse zur Erzeugung einer Kaverne definierter vorgenommen werden.

Diese Vorteile lassen sich insbesondere bei einer Membransensoreinheit mit einem Träger aus Silizium oder einem Schichtaufbau Silizium/Isolator, die zur Ausbildung einer Sensorelementstruktur für einen Sensor eine flächige Membran umfasst, erzielen, wenn erfindungsgemäß im Schichtaufbau eine Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht vorgesehen ist.

Eine vergrabene Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht im Schichtaufbau kann gleichzeitig als eine Bauteilfunktionsschicht benutzt werden. Beispielsweise lässt sich diese Schicht als Membran einsetzen, die in einem oder mehreren Ätzprozessen durch Entfernen von angrenzendem Material, wie z.B. Silizium oder siliziumhaltigen Oxiden entsteht. Ein solcher Vorgang ist durch die vergleichsweise exakte Detektierbarkeit des Erreichens der Germanium- und/oder germaniumhaltigen Schicht zuverlässig möglich.

Prinzipiell kann eine Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht für die Kontrolle eines lateralen und/oder vertikalen Ätzprozess auf einem Substrat zur Anwendung kommen.

Zeichnungen:

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist unter Angabe weiterer Vorteile und Einzelheiten anhand der nachfolgenden Zeichnungen beschrieben. Es zeigen

Figur 1 bis 6 in schematischen Schnittbildern sechs Prozessstadien eines auf wesentliche Schritte vereinfachten Prozesslaufs am Beispiel der Herstellung eines piezo-resistiven Kraftaufnehmers in SOI (Silicon On Isolator)-Technik.

In Figur 1 ist im Schnitt ein SOI-Wafer 1 dargestellt. Der SOI-Wafer 1 besteht aus Funktionssilizium 2 und einer SOI-Oxid-Schicht 3 auf Bulksilizium 4.

In Figur 2 ist der Schichtaufbau nach der Strukturierung des Funktionssiliziums 2 in Teilbereiche 2a mit Hilfe einer Fotolackmaske 5 durch einen anisotropen Ätzprozess gezeigt. Die Funktionsschicht 2 wurde bis zur SOI-Oxidschicht 3 getrencht (durchgeätzt).

Figur 3 zeigt ein Prozessstadium nach folgenden Schritten:

Die Lackmaske 4 wurde entfernt. Zwischen den Funktionssiliziumbereichen 2a wurden mit einem Fülloxid 6 die "getrenchten" Bereiche 7 aufgefüllt und das Fülloxid 6 in Kontaktbereichen 8 über einen weiteren Masken/Fotolithografieschritt wieder geöffnet. In zwei nachfolgenden Sputterschritten wurden zum einen die Metallisierung für die Kontakte 8 auf der Vorderseite und zum anderen eine Germaniumschicht 9 auf der Rückseite des Wafers 1 aufgesputtert. Über einen weiteren Masken/Fotolithografieprozess wurde die Kontaktebene in einem z.B. Metalltrockenätzprozess strukturiert. Als Resultat

dieser Prozessreihe verbleibt das strukturierte Kontaktmetall 8.

Das Schnittbild nach Figur 4 ergibt sich nach folgenden weiteren Prozessschritten:

Auf den Schichtaufbau wurde eine PECVD-Schutzoxidschicht 10 aufgebracht und über einen Fotolithografieprozessschritt die Bereiche definiert, an denen durch den Wafer 1 hindurch ein "Trench" (Ätzgraben) geätzt werden soll. Für das Ätzen eines Trench 11 können übliche "Trenchprozesse" eingesetzt werden. Im vorliegenden Beispiel wurde der Trench 11 durch den Schichtaufbau dünnes Schutzoxid 10, Fülloxid 6, Funktionssilizium 2a, dünnes SOI-Oxid 3 und dickes Bulksilizium 4 hindurchgeätzt. Es verbleibt ein "Tief-Trench" 11 durch den Wafer 1, der jedoch an der Germanium-Schicht 9 endet, weil dort der Ätzprozess durch die Detektion der Germaniumschicht im Ätzprozess abgebrochen wurde.

In Figur 5 ist der zum Sägen auf "Blue-Tape" 12 fixierte Wafer mit einer bereits gesägten Sägestraße 13 abgebildet. Der Wafer 1 wurde hierfür mit der Vorderseite auf dem "Blue-Tape" fixiert.

Figur 6 zeigt das Prozessstadium bei entfernter Germaniumschicht 9. Hierfür kann z.B. eine Wasserstoffperoxid-Lösung beispielsweise in der Art eines Sprühentwicklers zum Einsatz kommen. Nach dem Entfernen der Germaniumschicht können dann die einzelnen auf dem Wafer entstandenen Bauelemente durch Entnehmen vom "Blue-Tape" 12 vereinzelt werden.

Schutzansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung von Ätzlöchern und/oder Ätzgräben (11) von auf Silizium bzw. einem Schichtaufbau Silizium/Isolator basierenden Bauteilen, dadurch gekennzeichnet, dass eine germaniumhaltige Schicht und/oder eine Germaniumschicht (9) an der Stelle vorgesehen wird, an welcher oder in deren Umgebung ein Ätzvorgang beendet werden soll, dass während des Ätzvorgangs auf Germanium- und/oder Germaniumverbindungen eine Detektion durchgeführt wird und dass in Abhängigkeit von der Detektion von Germanium und/oder Germaniumverbindungen der Ätzvorgang gesteuert, insbesondere abgebrochen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht in einem Schichtaufbau vergraben wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht (11) auf der Rückseite eines Siliziumwafers (1) angebracht wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht (11) nach Beendigung eines Ätzvorgangs bis zur Germanium- und/oder germaniumhaltigen Schicht entfernt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht gleichzeitig als eine Bauteilfunktionsschicht benutzt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Germanium und/oder Germaniumverbindungen mit optischer Emissionsspektroskopie oder Massenspektroskopie detektiert werden.
7. Membransensoreinheit mit einem Träger aus Silizium oder einem Schichtaufbau Silizium/Isolator, die zur Ausbildung einer Sensorelementstruktur für einen Sensor eine flächige Membran umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass im Schichtaufbau eine Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht vorgesehen ist.
8. Membransensoreinheit nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die flächige Membran germaniumhaltig ist oder vollständig aus Germanium besteht.

Zusammenfassung:

Es wird ein Verfahren zur Herstellung von Ätzlöchern und/oder Ätzgräben (11) von auf Silizium bzw. einem Schichtaufbau Silizium/Isolator basierenden Bauteilen vorgeschlagen. Erfindungsgemäß wird eine germaniumhaltige Schicht und/oder eine Germaniumschicht (9) an der Stelle in Ätzrichtung vorgesehen, an welcher oder in deren Umgebung ein Ätzvorgang beendet werden soll. Während des Ätzvorgangs wird auf Germanium- und/oder Germaniumverbindungen eine Detektion durchgeführt und in Abhängigkeit von der Detektion von Germanium und/oder Germaniumverbindungen der Ätzvorgang gesteuert, insbesondere abgebrochen. Außerdem wird eine Membransensoreinheit vorgeschlagen, in deren Schichtaufbau eine Germanium- und/oder germaniumhaltige Schicht vorgesehen ist.

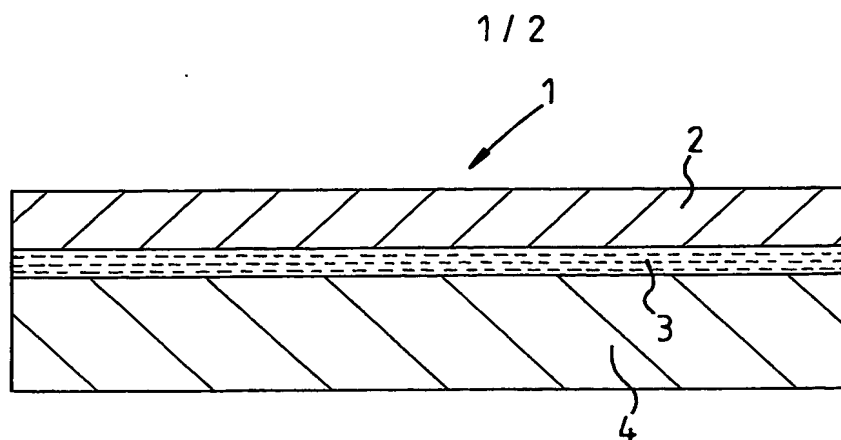


Fig. 1

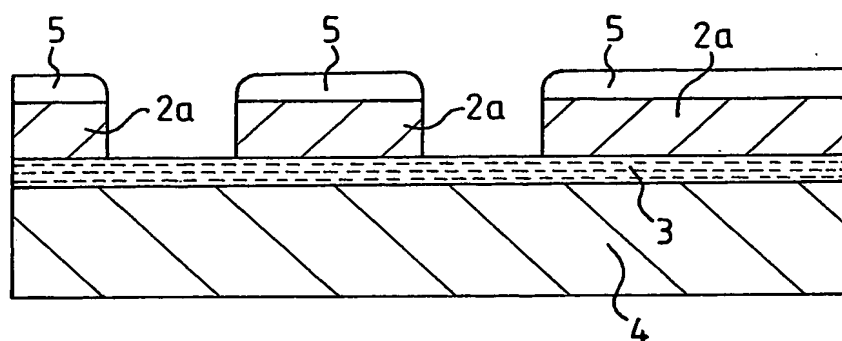


Fig. 2

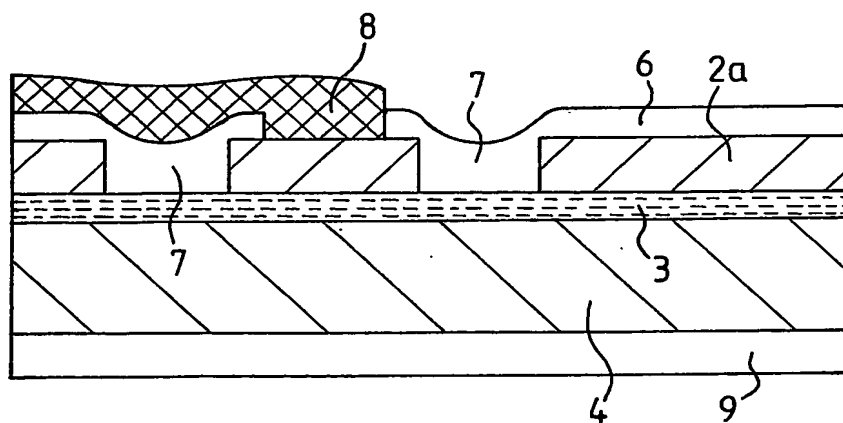


Fig. 3

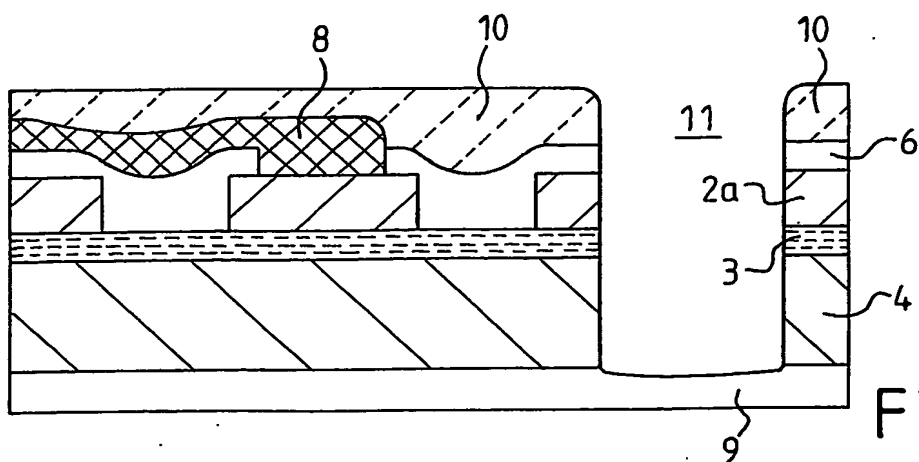


Fig. 4

